

FUTUR DU CAOUTCHOUC NATUREL

QUELLES ALTERNATIVES ?

(S. PALU, CIRAD/UR 40)



**CHAMP DE GUAYULE EN
ESPAGNE (MURCIA)**



**CHAMP DE GUAYULE EN
FRANCE (MONTPELLIER)**

- **Besoins en approvisionnement en caoutchouc naturel. Situation pour *hévéa brasiliensis*.**
- **Quelles alternatives de plantes à latex ?**
- **Présentation projet Européen EU-PEARLS.**
- **Essais sur le guayule en Europe.**
- **Quel procédé d'extraction du latex ?**
- **Conclusion : une opportunité pour le Maroc à saisir ?**

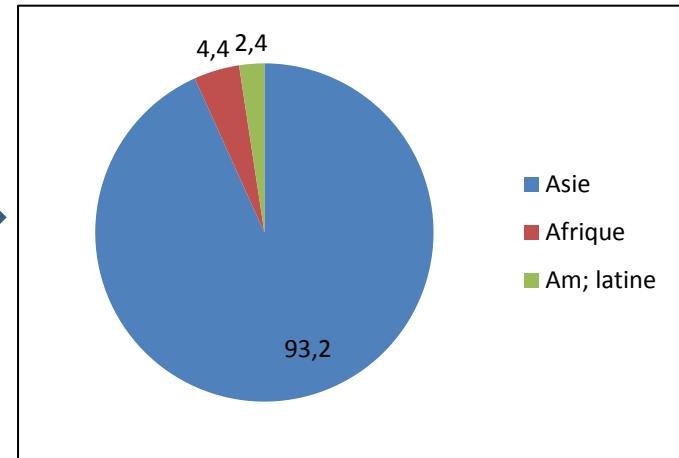
✓ *Hévéa brasiliensis*, seule source commerciale d'approvisionnement en caoutchouc naturel, 93% de la production mondiale en Asie.



✓ Demande croissante pays émergents (Chine, Inde). Marché gigantesque en Chine.

Prix du naturel a fortement grimpé : 90% 

(jan. 2011, Singapour : RSS3 = US \$ 5.70/ kg, SMR 20 = US\$ 5.47 /kg).






✓ Répartition Naturel/ Synthétique = 44/56 % en 2009 (30/70% en 1980).

✓ Risque potentiel de propagation du *Microcyclus ulei* (SALB) d'Amérique du Sud vers Asie, Afrique. Comment ? Quand ?

✓ Prix du naturel et des synthétiques liés au prix du pétrole.
Forte volatilité des prix (100-200 US\$)

✓ Les crises financières favorisent la spéculation sur les matières premières.

- ✓ Allergie au latex d'*hévea* . Problème de santé publique croissant
 Le latex de guayule est hypo-allergénique.
- ✓ Compétition entre plantations hévéa et palmier à huile,
avec au avantage palmier
 demande croissante en agroalimentaire et biodiesel.
- ✓ Changement climatique, inondations, catastrophes
climatiques de plus en plus fréquentes (Thaïlande).
- ✓ Saignée hévéa manuelle peu mécanisable , bas salaires, aspects
 sociaux , immigration.

MARCHÉ DU NATUREL & PRIX

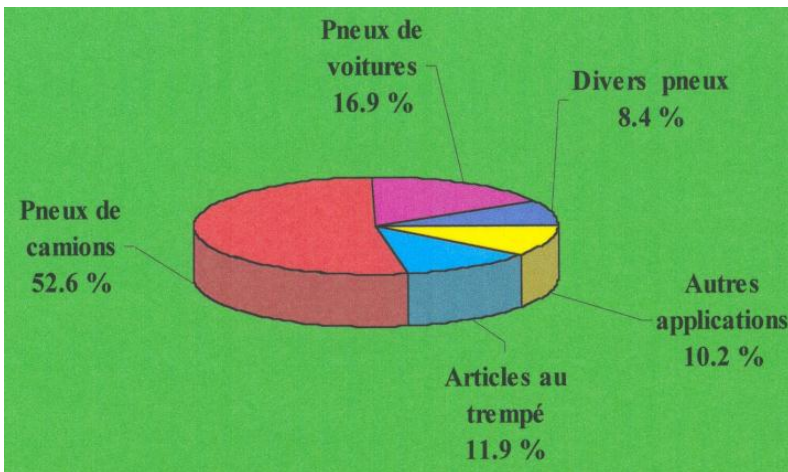


Figure 2: Evolution prix naturel (source Les echos mars 2011)

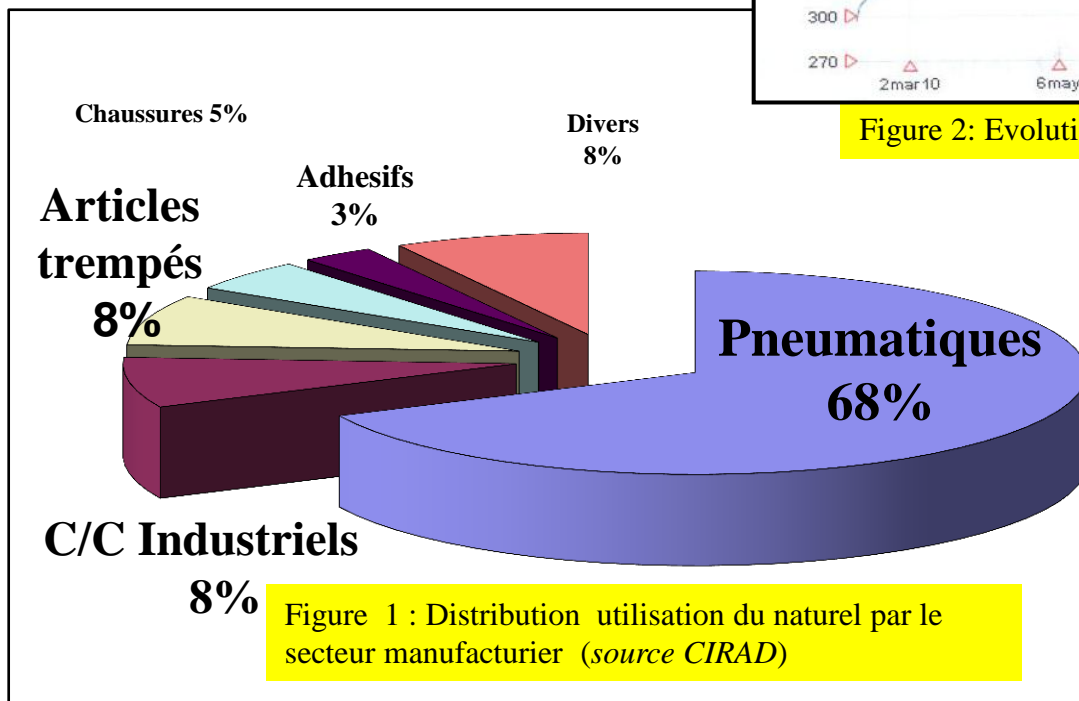


Figure 1 : Distribution utilisation du naturel par le secteur manufacturier (source CIRAD)



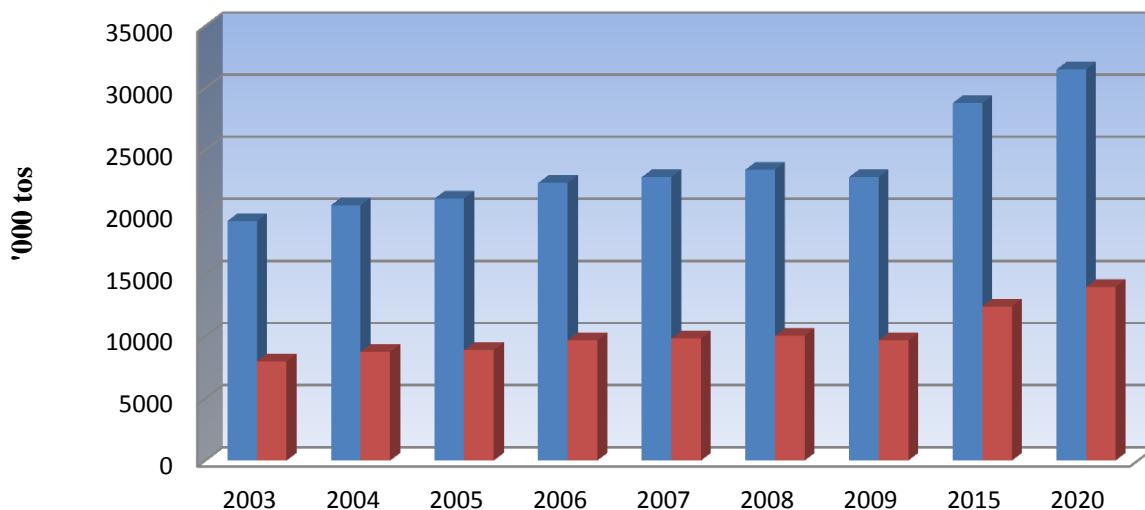
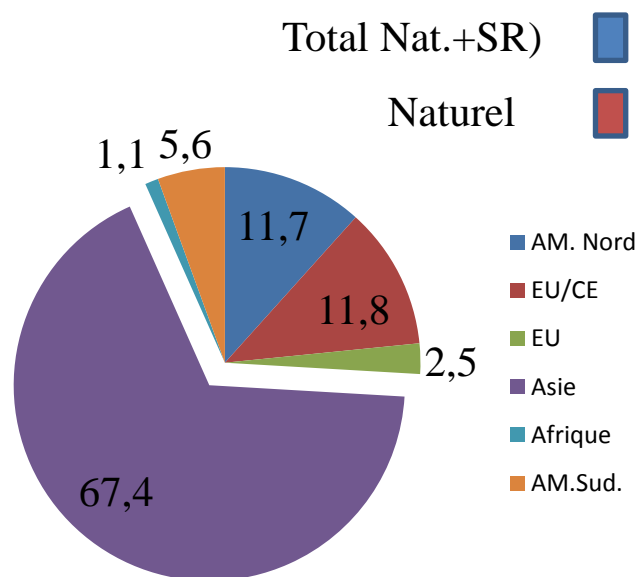


Figure 3 : Evolution demande Naturel & Synthétique (2003-2020 source IRSG

➤ En 2009, demande mondiale Nat.+ Syn. = 21,7M. T. (9,0M. T. en 1970).

➤ En 1980, consommation moyenne en chine = 0.36 kg. En 2010 : x 3 à 5

➡ *En chine, le nombre de vehicules à Beijing serait de 7 M. en 2015 avec la croissance actuelle.*

L'Asie utilisent 67% de la production du naturel.

➡ **Intérêt croissant pour le naturel.**

Question :

Comment garantir l'approvisionnement à partir de l'hévéa ?

- Replantation, zones limitrophes aux régions tropicales.
- Utilisation de clones résistants au *Microcyclus Ulei* (Cirad).
- Adaptation *hevea* au climat européen? (*Peu probable*).
- Recherches de cultures alternatives ?

- 
- *Parthenium argentatum* gray / **GUAYULE**
 - *Taraxacum kok saghyz* / **RUSSIAN DANDELION**

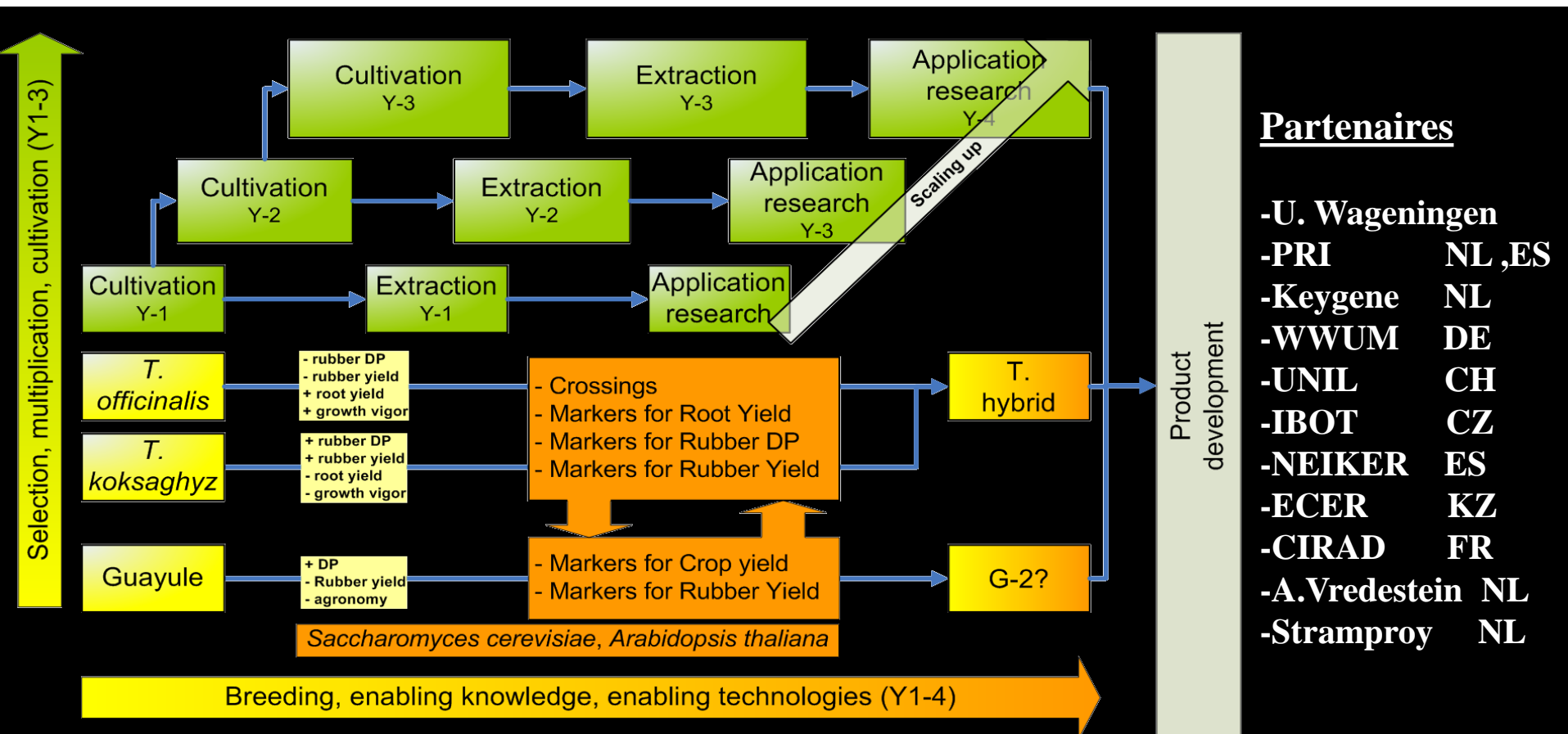
C'est l'objectif du projet européen EU-PEARLS

EU-based Production,

Exploitation of Alternative Rubber and Latex Sources.



FP7 PROJET EU-PEARLS (2008-2010)



Partenaires

- U. Wageningen
- PRI NL, ES
- Keygene NL
- WWUM DE
- UNIL CH
- IBOT CZ
- NEIKER ES
- ECER KZ
- CIRAD FR
- A.Vredestein NL
- Stramproy NL

Coordonnateur du projet: Dr Hans MOOIBROEK, Univ. of Wageningen, Pays-Bas

➤ Objectifs de EU-PEARLS :

une chaîne de production de caoutchouc naturel avec guayule
et pissenlit russe en Europe

➤ Durée du projet : 2008 –fin 2012

➤ Partenaires : 11 pays (industriels/PME, Université, centre de recherches) Pays-Bas, Allemagne, France, Espagne, R. Tcheque, Suisse, Kazakhstan (au début Etats-Unis/YULEX).

➤ Thématiques, challenges:

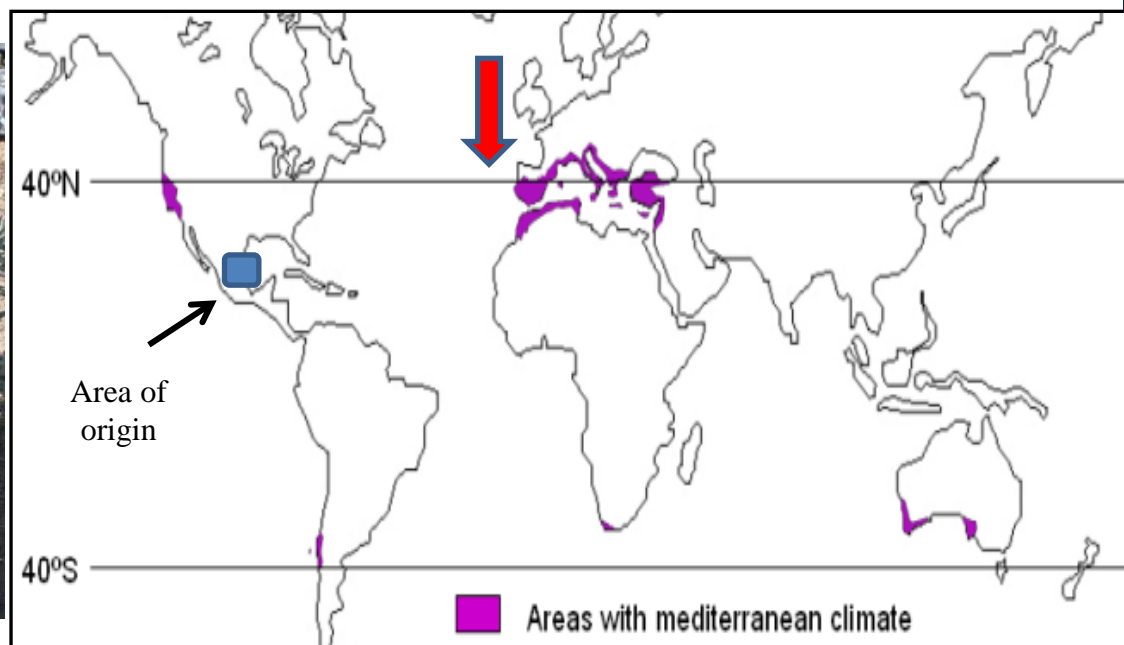
- Agronomie,
- Production de biomasse/ ha,
- Production caoutchouc/ ha et qualité,
- Morphologie des racines (TKS),
- Identification de genes, clonage, amélioration génétique
(marqueur, carte génétique),
- Aspects qualité et propriétés du caoutchouc à cru,
- Bio raffinage, valorisation bio-produits.

➤ Site internet : <http://www.eu-pearls.eu/UK>.

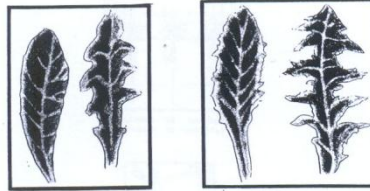
séminaire en octobre 2010 à Montpellier



- Buisson , origine désert de Chihuahua (Mexique) et Sud-Ouest Texas .
- Famille *Asteraceae* / *Compositae*.
- Plante pérenne, pousse naturellement sur sols calcaires. précipitations (250-450 mm), températures (-15°C à + 49°C).
- Plantation, sols bien drainés, sableux, alluvion, très légèrement argileux, T. min. -9°C, pluies 380- 640 mm .
- Teneur caoutchouc 8–15% poids sec branches, racines & feuilles (1-3%), plants sauvages jusqu'à 25%



- Origine Kazakhstan.
- Plus connu le *Taraxacum officinalis* avec forme des feuilles différentes , mais aussi moins de caoutchouc dans les racines.
- Culture en climat tempéré et continental (−30 à +40°C).
- Latex dans les racines, coule par scission, mais coagule rapidement, tubes laticifères similaires à *hévée*, pas de communications entre les tubes.
- Plante pérenne, cultures industrielles (1930-1940) Russie , Asie centrale, Ukraine, Allemagne (WWII).
- Teneur en caoutchouc 3-11% poids de racines sèches , plants de 10 mois?
Caoutchouc de haute masse molaire (> 2 M. Mw).
Qualité ?
- Co-produit : 40% d'inuline pour éthanol.




Historique développement Guayule

- ❑ **1900** : Production sylvestre ,récolte sauvage au Mexique,
- ❑ **1910** : Exportations vers USA , 10.000 T. c/c guayule, 24% importations industrie automobile
- ❑ **1920s** : Continental/Intercontinental Rubber Company , production en Arizona & Californie, plantation 3.200 ha , production 1.400 tonnes de caoutchouc,
- ❑ **1930** : Arrêt production, Période de Dépression aux USA,
- ❑ **WW II** : Emergency Rubber Project (ERP), 15.000 ha , 13 sites dans 3 états aux USA, Arrêt du projet fin de guerre mondiale, accès facile au Naturel d' *hevea* d' Asie et surtout développement des synthétiques (GRS/SBR),
- ❑ **1950** : Essais guayule en Espagne (Donana, région Huelva), projet 6.000 ha,
- ❑ **1970s** : Embargo sur le pétrole. Relance développement Californie, Arizona, Australie , Afrique du Sud. Projet Firestone au Texas (Fort Stockton).

RELANCE

- ❑ **1980s** : Essais IRCA /CIRAD/Domaines Royaux au Maroc et Afrique de l'Ouest.

 Projet Firestone Sacaton (Arizona), *Native Latex Commercialization and Economic Development (Act of 1978)*,

Deux usines par procédé solvant : Saltillo (Mexique), Sacaton (Arizona)

- ❑ **2000** : La société YULEX cultive et produit du latex de guayule pour le secteur médical, construction usine procédé latex à Casa Grande (Arizona)
- ❑ **2008** : Projet européen **EU-PEARLS** (2008-2012), champs de guayule en Europe et TKS aux Pays-Bas, Allemagne, Espagne.

Deux sites actuellement

➤ FRANCE (Montpellier)

La Valette

-CIRAD

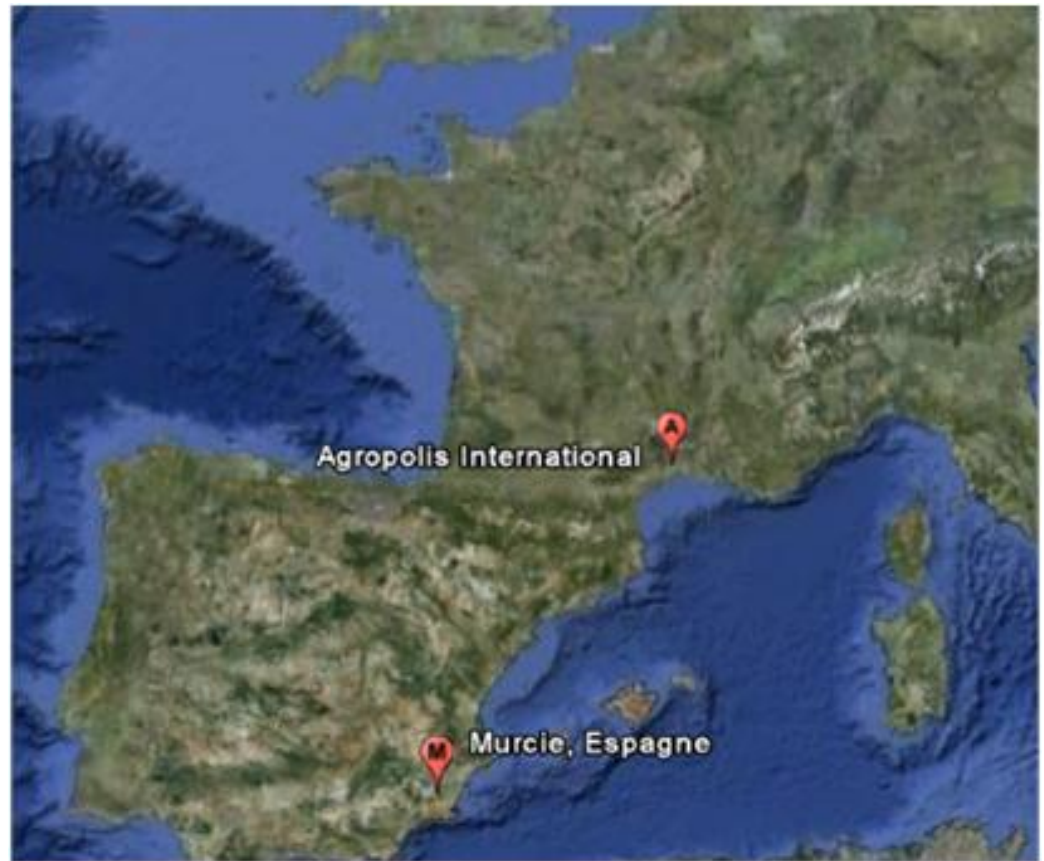
-Montpellier SupAgro

➤ ESPAGNE (Murcie)

El Molinar

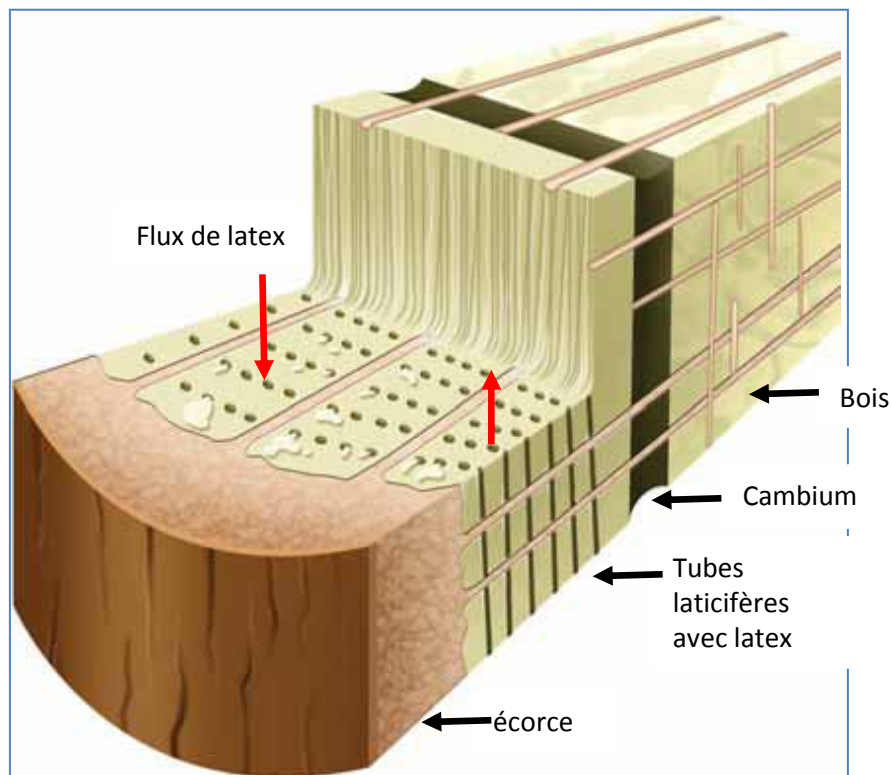
-PRI (Univ. Wageningen.)

-Conesa

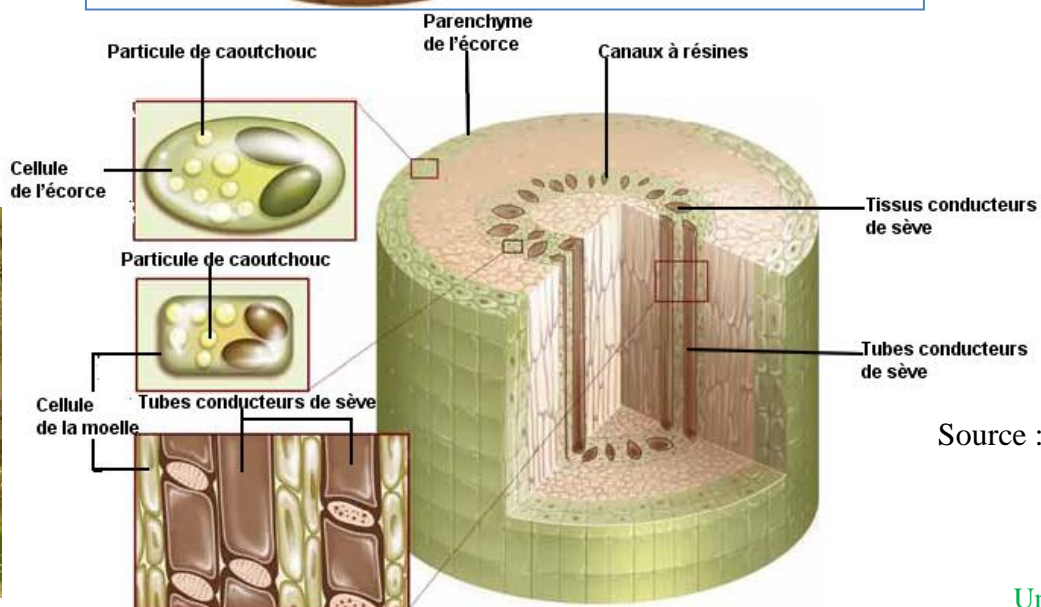


- Contrairement à *Hevea* et *Taraxakum kok saghyz*, le latex n'est pas dans des tubes laticifères et ne coule pas par simple entaille ou saignée.
Procédé d'extraction pour le guayule, plus difficile que pour l'*hevea*.
- Broyage mécanique / chimique nécessaire avec incidence sur le rendement, énergie mise en œuvre, qualité du latex et du caoutchouc brut.
- Teneur caoutchouc & co-produits / résines (acides gras, terpènes, etc..) varie avec climat, cultivars, saison de récolte, culture agronomique.





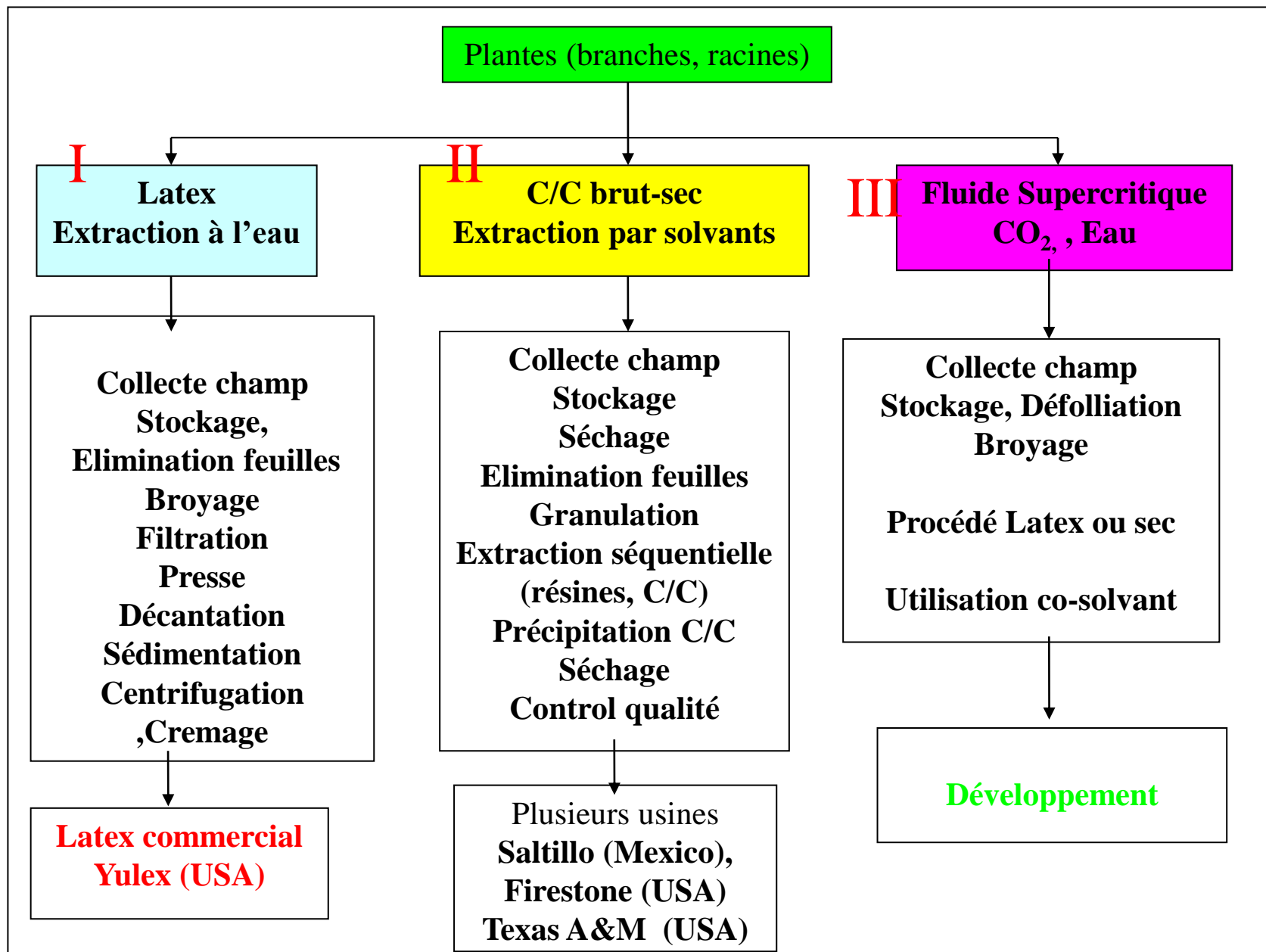
Hévéa



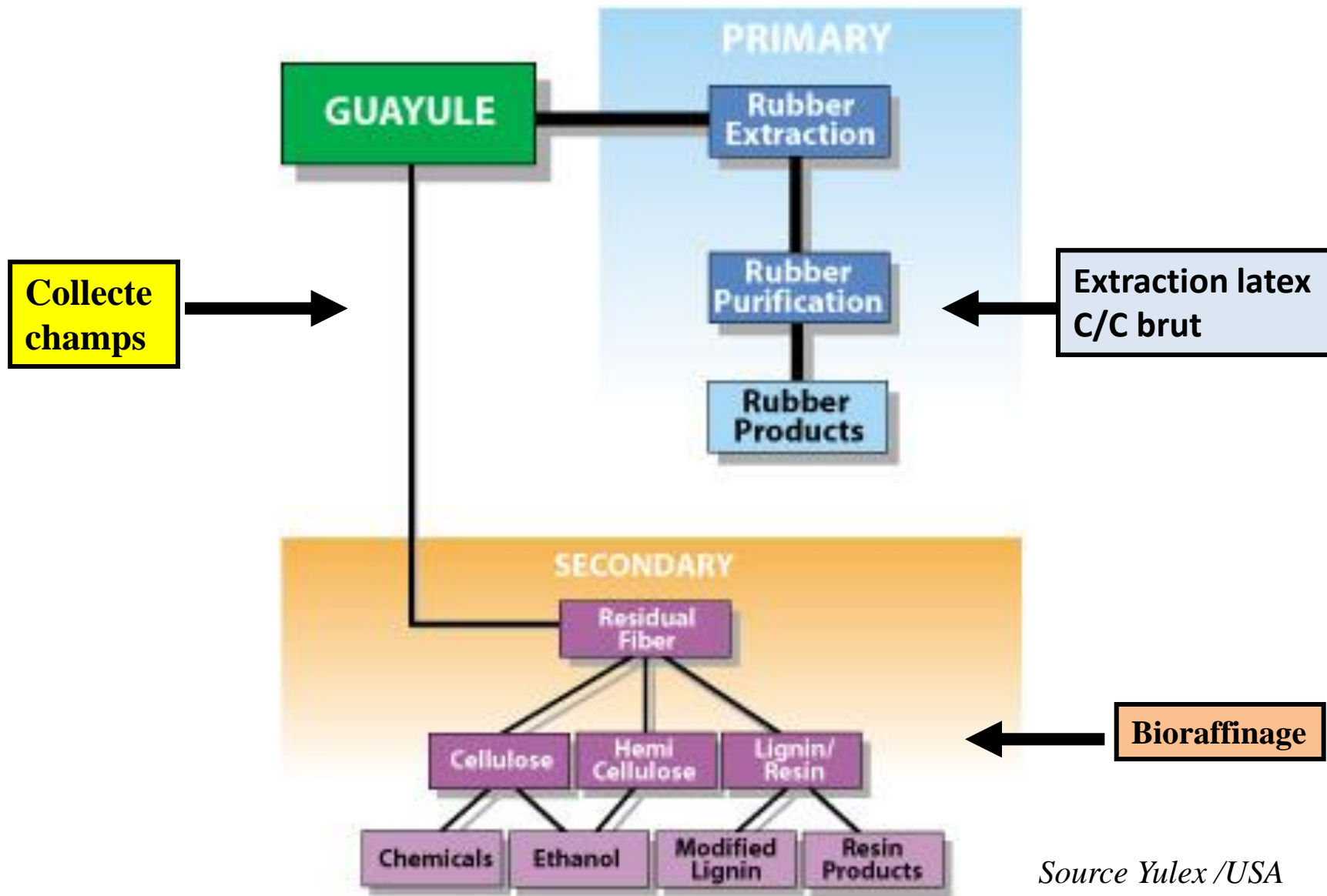
Guayule

Source : revue Pour La science

PROCEDES CONNUS DE PRODUCTION DE C/C DE GUAYULE

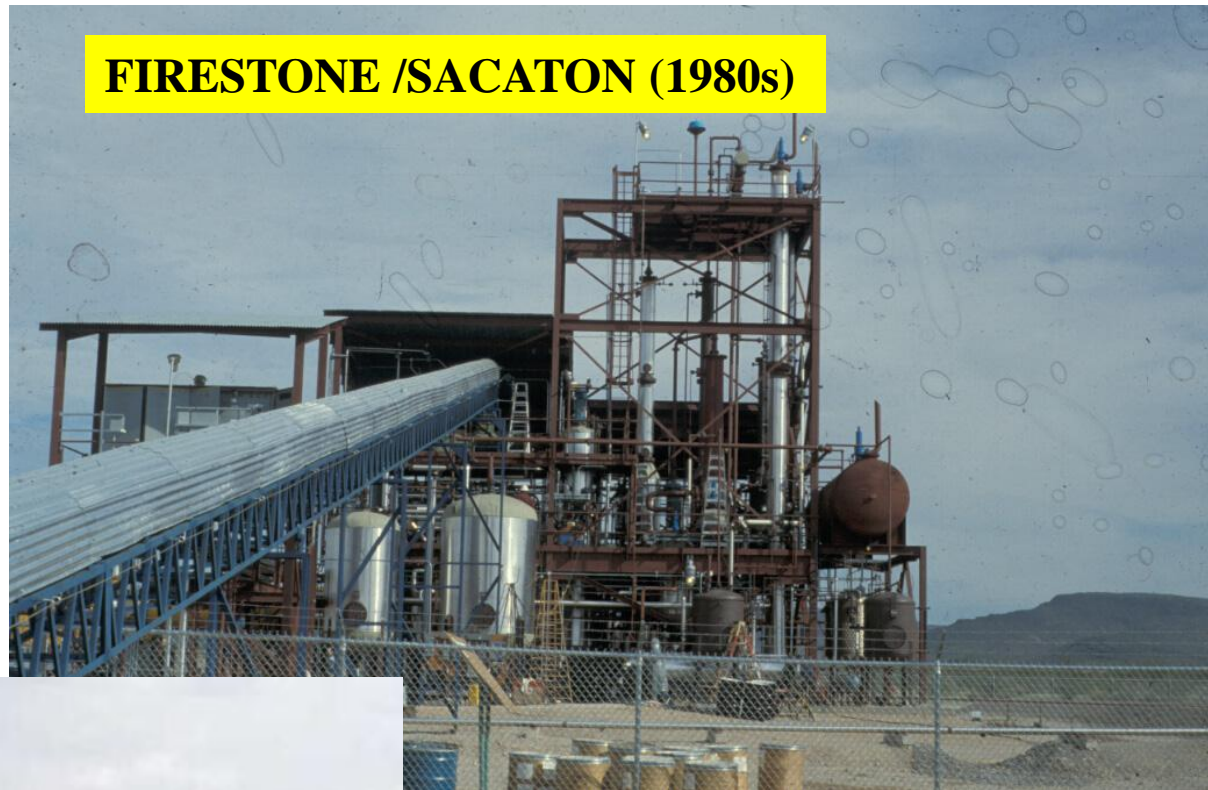


PROCEDE INDUSTRIEL YULEX



Source Yulex /USA

FIRESTONE /SACATON (1980s)

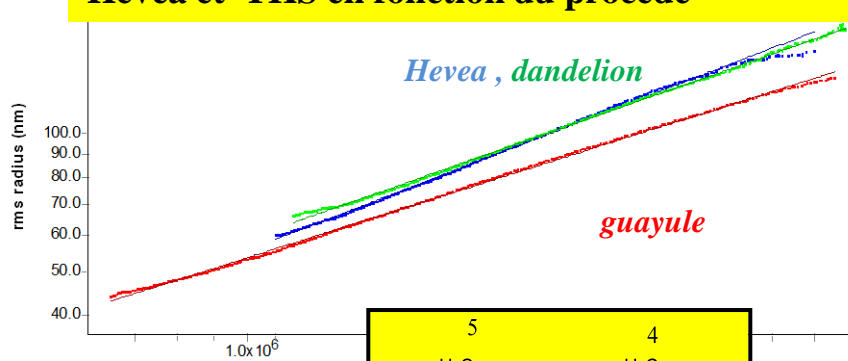


YULEX (ARIZONA) USINE LATEX (2008)

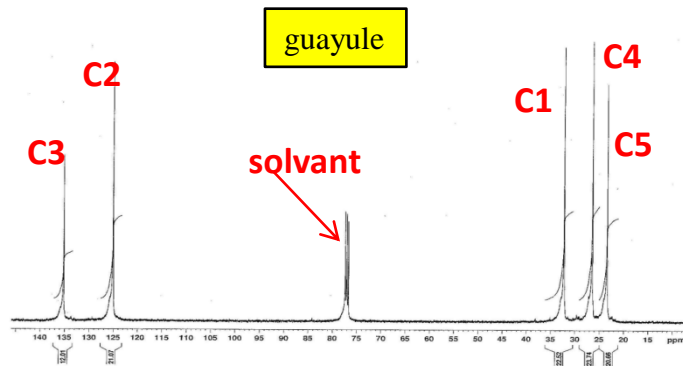
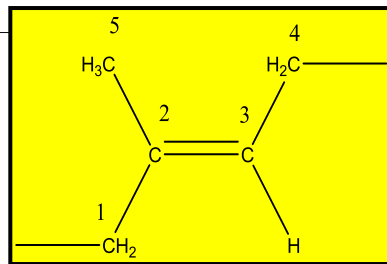
MICRO-STRUCTURE DU C/C DE GUAYULE

$$(R_g = f(M_w))$$

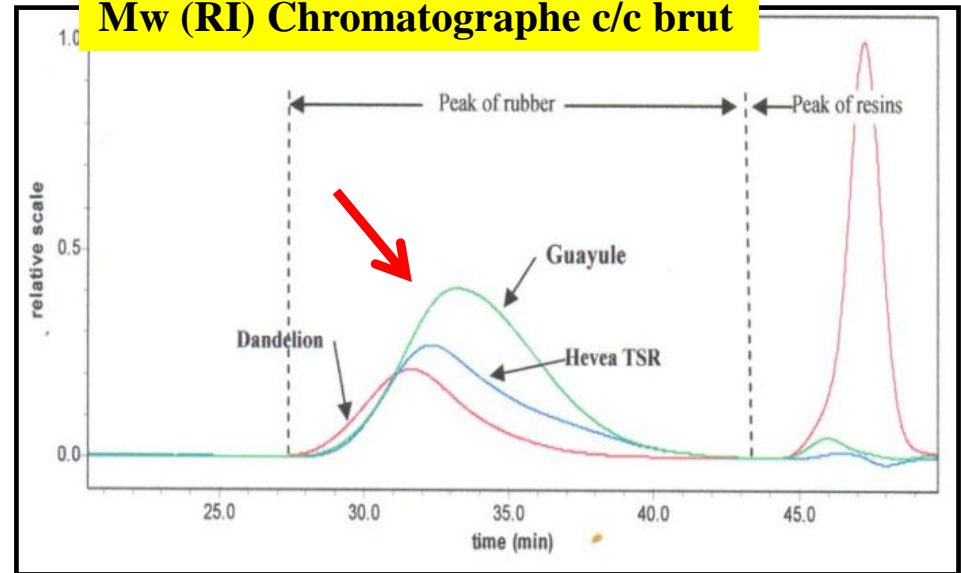
Plus de branchement pour Guayule que pour Hevea et TKS en fonction du procédé



Cis -1,4-poly-isoprene



Mw (RI) Chromatographe c/c brut



Type of carbon	Ref Cis δppm	Guayule δppm	Dandelion WTRUL δppm	Hevea TSR 20 δppm	Synthetic IRE307 δppm
C1	32,21	32,22	31,25	32,21	32,12 -32,39
C2	135,22	135,17	134,21	135,18	134,95 -135,67
C3	125,04	125,05	124,08 -125,05	125,05	123,72 -125,12
C4	26,41	26,41	25,43 -26,41	26,40	26,52 -26,40
C5	23,44	23,36	22,39	23,36	23,36 -23,47

δppm NMR C¹³ des atomes de C pour du c/c guayule, TKS, hévéa, polyisoprène synthèse

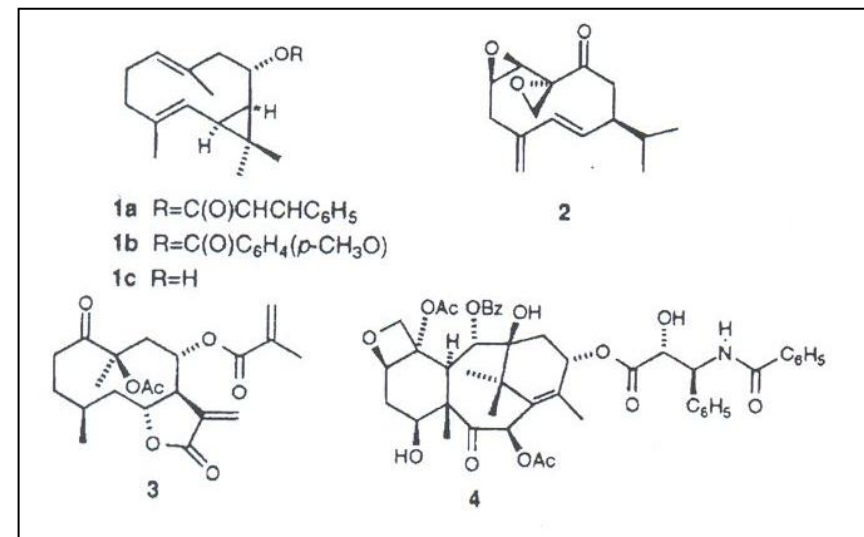
Valorization des bio-produits du guayule

Components	Concentration %	Chemical product
Rubber	8-26	Cis 1-4 poly-isoprene
Resins	5-15	Fatty acid Terpenes, sesquiterpenes Cinnamate esters (guayuline) Sterols (argentatine) Low molecular weight rubber Waxes
Wood, bagasse	50-55	Cellulose, hemicellulose
Polysaccharides	10-12	Fructose, levuline
Water	40-60	Polyphenols (flavonoids), Proteins (inuline, betaine)

✓ Guayuline A (1a) , guayuline B (1b)

✓ Lychnostatine (3) : anti-cancereux, antineoplasique
(inibiteur)

✓ Taxol (4): anti-cancereux pour cancer du sein et
ovaire
(antimitotique stoppe les divisions cellulaires)



- **Caoutchouc naturel difficilement remplaçable par les synthétiques.**
- faible échauffement interne,*
 - excellente résilience, faible hystérésis*
 - résistance à la rupture, flexion, déchirement*
 - collant de confection (green strength)*
- Commercialisation : TSR ou Latex:**



Applications:



**pneumatiques poids lourds, avions,
TP secteur minier, agriculture**



gants, préservatifs, applications médicales



ALLERGIE LATEX

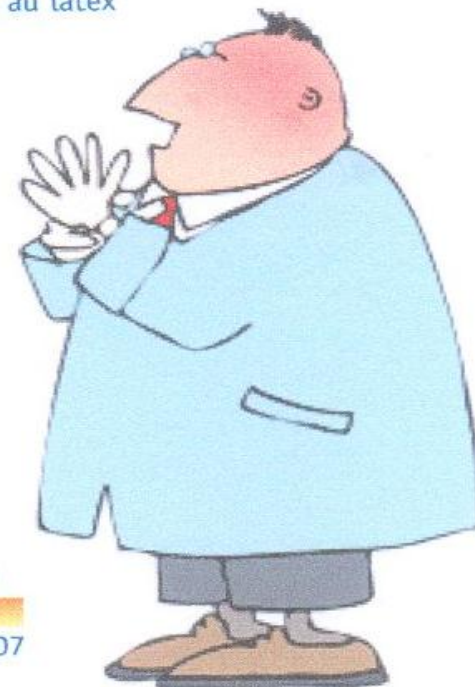
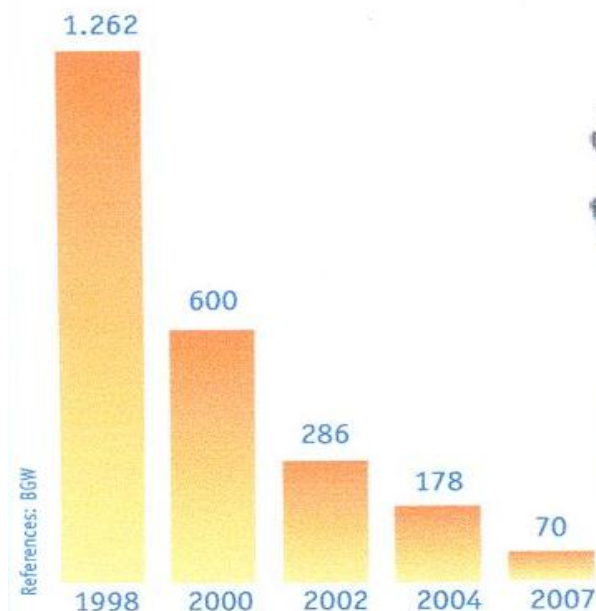


- Allergie latex naturel *hévéa* ,
 - 80% des personnes allergiques est dans le secteur médical
 - patients multi-opérés plus sensibles.
 - 1988-1992, FDA/USA rapporte 15 cas mortels (choc anaphylactique)
 - 1 sur 10 personnes affectée par l'allergie au latex.

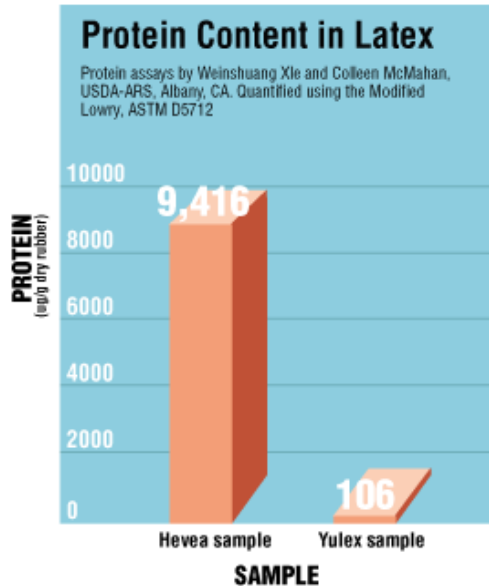
- Allergie au latex d'hévéa liées
 - poudre sur gants,
 - mais surtout allergènes protéiques
 - dont 4 *allergènes majeurs*

Hev b1, Hev b3, Hev b5, Hev b6.02

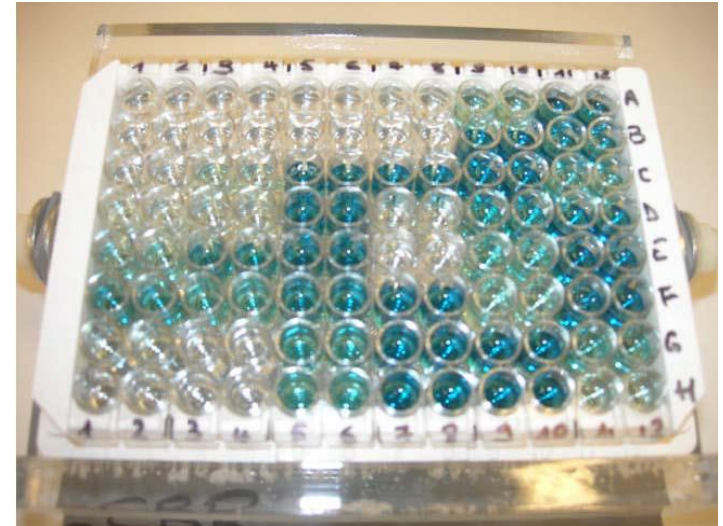
Réduction des allergies au latex
Rapports relatifs aux emplois susceptibles de provoquer des allergies au latex



- **Allergie au latex *Hevea* du Type I (choc anaphylactique)**
IV (irritation, allergie croisée)



Source K. Cornish (Yulex)



Test FITKit® (AFSSAPS)

Methodes de controle de l'allergie des proteines :

- ASTM (D6499-00) = **ELISA test d'inhibition***, normalisé pour les gants en latex par les producteurs (* Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay)
- Test commercial pour 4 allergènes majeurs = **FITKit®** (test immuno-enzymatique) (commercialisé par FitBiotec/ICOSAGEN AS ,Estonie)

CONCLUSION



- **Guayule et TKS** ne remplaceront pas l'**Hévéa** dans l'immédiat (sauf si catastrophe écologie, compétitivité économique).
- **Alternatives de substitution** existent si demande continue à croître.
Le Brésil, seul producteur jusqu'en 1920,
remplacé par l'Asie. Substitution par un c/c naturel Européen ?
- **Commercialisation (2020-2050) c/c GUAYULE ou TKS compétitif à l'hévéa.**
Oui si :
 - Prix marché (> 3.500 US\$/tonne),
 - Rendement (1 T./Ha, culture 2 ans). Possible en Espagne pour le guayule. TKS ?
 - Maîtrise du procédé extraction latex (recherches nécessaires, investissement pour unité pilote de 1- 5 T./jour),
 - Amélioration génétique variétés (biotechnologie), adaptation lignées USDA à l'Europe (plus de résistance au froid à Montpellier),
 - Développement bioraffinerie , valorisation de bio-molécules à forte valeur ajoutée, bio-produits de la chimie verte, secteur en pleine croissance.

- **Le pissenlit russe (TKS) vise principalement l'industrie des pneumatiques (intérêt de Pirelli ? projet américain PENRA dans l'Ohio, USA et au Canada).**
- **Le latex de guayule vise un « marché de niche », industriel et notamment le médical, propriétés non-allergéniques (gants, préservatifs, tubes, marché enfance). Solution au problème de santé publique causé par les produits en latex d'hévéa.**
- **Le projet EU-PEARLS, une première étape pour le développement du guayule et TKS en Europe.**

 **Pourquoi pas le GUAYULE
au Maroc en 2012 ?**

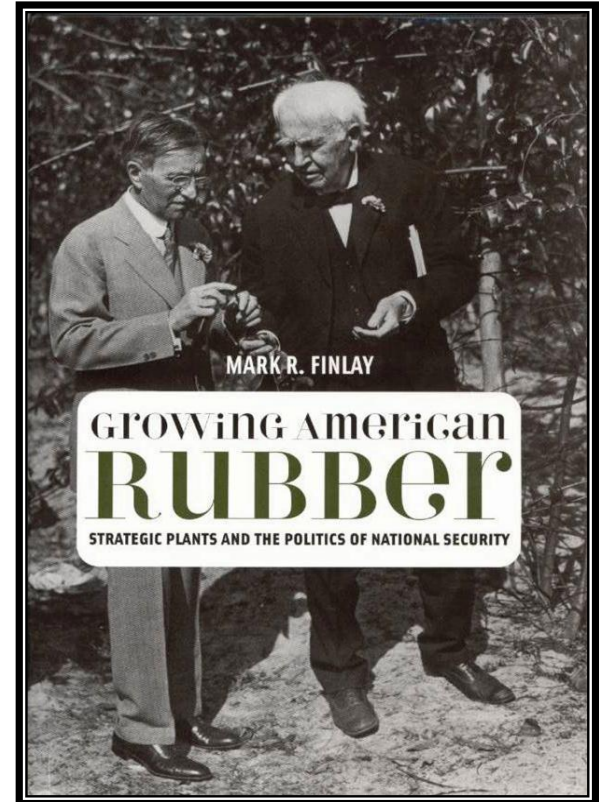
➤ **A lire, livre de Mark R. Finlay** (*Armstrong Atlantic State University, Savannah, USA*).

“Growing American Rubber: Strategic Plants and the Politics of National Security
(Rutgers University Press, 2009) “

➤ **A lire, article de S. PALU et D. PIOCH**

Magazine PourLaScience (août 2010 N° 394)
Édition française de Scientific American

“Plantes à caoutchouc. Pour produire du latex moins allergisant. Du caoutchouc naturel en Europe “



Conférence, Université Rabat , 12 avril 2011

MERCI